Centro Agrícola, 37(2):75-80; abril-junio, 2010
ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001
CE: 07,10 CF: cag132101734



AGROECOLOGIA

Compost a partir de residuos de cosechas y alternativas que mejoran su calidad

Compost from from harvest residues of crops and alternative for a better quality

Mirna Vento Pérez, Aniuska Guevara Baker, Ignacio Corrales Garriga, Pavel Chaveli Chávez, Aliosky Casañola Basulto, Marialina Valenciano Abreu y Maura Velasco Fonseca.

Instituto de Suelos. Dirección Provincial. Camagüey. Cacocum # 11, Reparto Puerto Príncipe, Camagüey.

E-mail: direccion@suelos.eimanet.co.cu

RESUMEN. La sostenibilidad de la agricultura cubana se fundamenta en la obtención de producciones con el mínimo de agroquímicos y productos químicos, para favorecer el desarrollo de producciones cada vez más ecológicas y orgánicas. Para ello se requiere de la búsqueda de alternativas de fertilización orgánica para el crecimiento y desarrollo de los cultivos con rendimientos aceptables y de buena calidad, que además le brindan al suelo nutrientes y favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. Se realizó una investigación con el objetivo de establecer variantes tecnológicas para la utilización eficiente de los residuos de cosecha en la producción de compost; el uso de alternativas para acelerar el proceso de compostaje y mejorar la calidad del producto formado. En la primera etapa se realizaron experimentos con diferentes variantes de compost al utilizar diversos residuos de cosechas asequibles por los productores, como residuos de pimiento, plátano y cascarilla de arroz, así como dos cepas de hongos para acelerar el proceso y la zeolita para mejorar la calidad. Las diferentes variantes de compost obtenidas presentaron buena calidad y se aceleró el proceso de descomposición de los materiales orgánicos con la utilización de las cepas de hongos *Arthrobotys nuciformys y Pycnosporus* sp. y la zeolita, disminuyendo así el tiempo de elaboración de los mismos. Con la utilización de estas variantes se logran beneficios medio ambientales y sociales, al reciclar los residuos de cosechas, obtener un abono orgánico de buena calidad y de fácil y rápida elaboración.

Palabras clave: Compost, hongos, residuos de cosechas.

ABSTRACT. The sostentable agriculture in Cuba is based in the obtaining of the ecological and organic productions that to favor it development, with the minimum of chemical product. This it required to search of alternative of organic fertilization for the growth and development of the cultivations with acceptable yields and of good quality, besides it this also offer to at soils nutrients and favor the physical, chemical and biological properties. It was carried out an investigation with the objective of establishing technological variants for the efficient use of the crop residuals in the compost production. The alternatives are use to accelerate the compost process and the quality of the formed product is improve. The experiments were carried out with different variants of compost in the first stage. It using diverse residual of crops, as pepper residuals, banana and husk of rice, as well as, two fungi and zeolita to accelerate and improve the quality of process of decompositions the organic materials and was obtained compost with good quality. The time of elaboration of compost decrease with the use of fungis Artrobotys nuciformis, Pycnosporus sp, and zeolita. The environmental and social benefits was obtained with this results.

Key words: Compost, fungui, residuals of crops.

INTRODUCCIÓN

En Cuba a partir de la década de los noventa, se incrementó el empleo de residuos orgánicos para la producción agrícola y en la actualidad la tecnología de elaboración de compost se practica en mayor o menor medida en todo el país; no obstante, el volumen de producción es insuficiente por la poca utilización que se les da a los restos de cosecha y otros productos orgánicos y a la demora en la obtención del compost.

Por otra parte, los suelos van perdiendo cualidades productivas por las continuas cosechas y los niveles de extracción de nutrientes que realizan los cultivos, sin que se efectúen aplicaciones de elementos

nutrimentales que repongan los mismos, provocando deterioro en la fertilidad de los suelos y en el equilibrio de éste con las plantas, todo lo cual evidencia la necesidad de buscar variantes de producción de compost de alta calidad y en tales cantidades que satisfagan las demandas en todas las regiones del país para los cultivos de mayor importancia económica.

Por lo planteado anteriormente se realizó una investigación donde se probaron diferentes residuos de cultivos, poco utilizados por los productores en la elaboración de compost, unido a materiales como la zeolita y cepas de hongos que mejoren la calidad y aceleren el proceso de compostaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron diferentes variantes de compost al utilizar diferentes materiales orgánicos como cascarilla de arroz, desechos de hortalizas, en específico restos de pimiento, y residuos de cosecha de plátano combinados con zeolita, estiércol vacuno y las diferentes cepas de hongos estudiadas. Para conocer la calidad de los compost obtenidos a partir de las diferentes variantes estudiadas, se tomaron muestras de los materiales empleados, así como del compost obtenido, por número de tratamientos y réplicas, a las que se le determinaron diferentes análisis químicos en el Laboratorio Provincial de Suelos de Camagüey y se realizaron mediciones de altura de los compost.

Los residuos de pimiento se utilizaron intercalando capas de 15 cm. Se determinaron los porcentajes de N, P, K, Ca, Mg y M.S. según MINAG (2003) NR AG-564. (Tabla 1).

En el caso de las cacillas de arroz se determinó los porcentajes de N, P, K, Ca y Mg según NRAG 564, el por ciento de M.O., según CNSF MINAG (1987) y el pH. La cascarilla de arroz se utilizó en capas de 15 cm. (Tabla 2).

A los residuos de plátano también se les determinó el porcentaje de N, P, K, Ca, Mg y MS, según MINAG (2003) NR AG-564. Los residuos de plátano que se utilizaron se colocaron en capas de 15 cm. (Tabla 3).

El estiércol vacuno se utilizó en capas de 10 cm. Se determinó materia orgánica según CNSF MINAG (1987); los por cientos de N, P, K Ca y Mg, según NRAG 564; el pH y la conductividad eléctrica, según IS (2004). (Tabla 4).

Tabla 1. Contenido de nutrientes del pimiento

Materiales	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	M.O (%)	MS (%)	C/N
Pimiento	3,00	0,356	4,50	1,04	0,53	87,4	14,95	16,9

Tabla 2. Contenido de nutrientes de la cascarilla de arroz.

Materiales	pH (H_2O)	M.O (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N
Cascarilla de arroz	6,6	72,7	0,85	0,26	0,10	0,56	0,22	49,72

Tabla 3. Contenido de nutrientes de los residuos de plátano

Materiales	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	M.O (%)	M.S (%)	C/N
Residuos de plátano	1,56	0,18	2,50	0,72	0,19	91,6	5,73	34

Tabla 4. Caracterización del estiércol vacuno utilizado en los compostes

Abono Orgánico	pH H_2O	C.E (dS/m)	M.O (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N
Estiércol vacuno	6,5	1,22	34,72	2,06	0,60	1,00	1,54	1,33	9,78

La zeolita que se empleó fue de granulometría < 1 mm, procedente del yacimiento “El Chorrillo II” municipio de Najasa, provincia de Camagüey, a razón de 2 kg.m^{-2} en la pila de compost. Los análisis se realizaron según CNSF MINAG (1992). (Tabla 5).

Tabla 5. Caracterización de la zeolita empleada en los experimentos

OXIDOS				ELEMENTOS			
CaO %	MgO %	Na_2O %	K_2O %	Ca cmol$^{(+)}$/kg	Mg cmol$^{(+)}$/kg	K cmol$^{(+)}$/kg	CIC cmol$^{(+)}$/kg
5,66	1,41	1,85	96,2	43,95	3,9	1,2	96,2

Cepas de hongos

En condiciones de laboratorio se estudiaron 4 cepas de hongos del suelo con posibilidad de descomponer más fácilmente la materia orgánica, para acelerar la producción de compost, las cuales fueron previamente aisladas e identificadas en el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical por Castañeda (2001).

La reproducción de las mismas para la utilización en el compost, se realizó en la Dirección Provincial del Instituto de Suelos.

Las cepas empleadas fueron:

Clave	Nombre científico
963	*Ganoderma* sp.
C003	*Arthrobotys nuciformis*
10009	*Mirothecium* sp.
4018	*Pycnoporus* sp.

Para la conservación de estas cepas se emplearon 2 medios de cultivo: SNA y arroz, según CBS (2001).

Para la reproducción se empleó el medio de cabecilla + cascarilla de arroz al 50 %, respectivamente, con una humedad del 60 % para el buen crecimiento de los hongos, para ello se emplearon 300 g de preinóculo por cada 4 kg del medio utilizado como soporte. Se midió el crecimiento en cm de los hongos en estudio durante 7 días. Se emplearon nylon blancos opacos con una dimensión de 77,2 cm de largo y 27 cm de ancho. El volumen total con el soporte empleado fue de 42 cm de altura por 27 cm de ancho.

Las cepas de hongos que mejor respuesta mostraron se aplicaron a los compost en estudio, a razón de 2 kg.m^{-2} en los compost.

Compost

Las pilas de compost estáticas se realizaron con un metro de longitud, a una altura de 50 cm, compuestas de capas de 15 cm de residuos de cosecha intercaladas con el inóculo correspondiente y los demás elementos que componen el tratamiento; el estiércol vacuno se aplicó en capas de 10 cm de espesor, la zeolita y las cepas de hongos a razón de 2 kg.m^{-2}. Se midió la altura cada 7 días hasta la maduración del compost. Al finalizar los procesos de compostaje, se tomaron las muestras de estos abonos, en la medida en que los experimentos estudiados fueron cosechándose, para el análisis del contenido de nutrientes; estos se realizaron en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Camagüey, determinándose materia orgánica por incineración y por ciento de humedad según CNSF (1987), por ciento de N, P, K, Ca, Mg, según NRAG 564 y conductividad eléctrica (CE) y el pH por las técnicas establecidas por IS (2004). Teniendo en cuenta los valores de nitrógeno foliar y el carbono de la materia orgánica (% de C = % M.O / 1,724) se determinó la C/N de los compost maduros.

Diseño experimental

Se realizaron 3 experimentos donde se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 5 y 4 tratamientos y 3 repeticiones. En el primer experimento donde se utilizaron los restos de cosecha de pimiento, los tratamientos empleados fueron 5, mientras que en los dos restantes, cuando se manejó la cascarilla de arroz y restos de cosecha de plátano se emplearon 4 tratamientos.

Para la interpretación y procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Science) Versión 10.0 (1999), Microsoft Word como procesador de texto,

Microsoft Excel para tablas y gráficos, y en la obtención de información se emplearon bibliotecas virtuales, páginas y sitios Web, Internet, correo electrónico, libros, revistas, etc.

Tratamientos Experimento 1

1- Testigo (estiércol vacuno + restos de cosecha de hortalizas).
2- Restos de cosecha de hortalizas + estiércol vacuno + zeolita.
3- RC hortalizas + estiércol vacuno + Cepa 1 (*Arthrobotys nusiformes*).
4- RC hortalizas + estiércol vacuno + Cepa 2 (*Pycnospuros sp*.).
5- RC hortalizas + estiércol vacuno + Cepa 1 + Cepa 2 + zeolita.

Tratamientos Experimento 2

1. Estiércol vacuno + cascarilla de arroz + Cepa 1 (*Arthrobotys nusiformes)* + zeolita.
2. Estiércol vacuno + cascarilla de arroz + Cepa 2 (*Pycnospuros sp)* + zeolita.
3. Estiércol vacuno + Cascarilla de arroz + Cepa 1 + Cepa 2.
4. Testigo (estiércol vacuno + cascarilla de arroz).

Tratamientos Experimento 3

1. Testigo (estiércol vacuno + restos de cosecha de plátano).
2. Estiércol vacuno + RC de plátano + Cepa 1 (*Arthrobotys nusiformes)* + zeolita.
3. Estiércol vacuno + RC de plátano + Cepa 2 (*Pycnospuros sp)* + zeolita.
4. Estiércol vacuno + RC de plátano + zeolita.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el tamaño de las partículas que se muestran en el Tabla 6, puede verse que en el testigo y las cepas 963 y 1009 las partículas de más de 10 mm predominaron, en tanto que en las cepas 003 y 4018 hay un predominio de las partículas menores de 5 mm, lo que denota que el proceso de descomposición fue más intenso en los compostes inoculados con las mismas.

En el Tabla 7 se observa que al utilizarse la cepa *Arthrobotys nuciformis* (tratamiento 3) se muestra una disminución en los contenidos de todos los nutrientes, incluyendo la materia orgánica, lo que indica que la misma influyó en la descomposición de los materiales, la relación C/N se encuentra dentro del rango establecido por FAO (1991), Jeavons (1991) y ANDFIASS (1998), aunque se observa que en los tratamientos donde se emplearon las cepas de hongos, solas o combinadas, se obtuvo una relación C/N menor, lo que coincide con Mayea (1995) que obtuvo una relación C/N más estrecha al emplear un inóculo microbiano. En este caso se obtuvo la relación C/N más baja con valores por debajo de 10, lo que estuvo dado precisamente por las cantidades de nitrógeno presente en los materiales empleados.

La relación C/N presenta valores adecuados al encontrarse al final del proceso con valores menores de 15, como se muestra en el Tabla 8, lo que indica que los materiales se encuentran bien descompuestos y se observa que donde se utilizó la cepa de hongos *Artrobotys nuciformis* hubo una mejor descomposición de los materiales empleados, aunque sin diferencia significativa con el tratamiento 4 donde no se empleó ninguna cepa ni otro material para acelerar este proceso, a pesar de que la cascarilla de arroz es un material muy estable y de baja taza de mineralización según Nodals *et al*. (2007), para que ocurra esta transformación se necesitan cantidades determinadas de nitrógeno y por lo tanto mientras más carbono tiene el material más difícil será de descomponer y viceversa.

Los restos de cosecha de plátano, como se observa en la Tabla 3, tienen un contenido adecuado de nitrógeno y una relación C/N elevada, aunque no llega a ser su comportamiento como el de la cascarilla de arroz, ya que el contenido de nitrógeno favorece su descomposición. Las compostas obtenidas, como se muestra en la tabla 9, en cuanto a los parámetros de humedad, materia orgánica, pH y relación C/N tuvieron un comportamiento muy similar y no mostraron diferencia significativa, a diferencia de los experimentos anteriores, sus valores se encuentran dentro de los rangos antes descritos.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en la descomposición del material (%)

Tratamiento	Tamaño de las partículas		
	> 10 mm	5-10 mm	< 5 mm
Cepa 963	**50,57**	**18,00**	**31,43**
Cepa 003	**34,56**	**22,49**	42,95
Cepa 4018	**39,10**	**21,65**	39,25
Cepa 1009	**51,81**	**19,11**	**29,08**
Testigo	**52,39**	**23,67**	**23,94**

Tabla 7. Composición de los compost obtenidos a partir de residuos de cosechas de hortaliza (pimiento)

Trat.	Hum. (%)	MO (%)	pH (H_2O)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N
1	53,33	26,03a	7,4	1,49abc	0,63a	0,57	1,27a	0,66ab	10,12
2	44,35	26,20a	7,2	1,34bc	0,65a	0,58	1,25a	0,59b	11,36
3	48,16	**17,57b**	7,5	**1,22c**	**0,41b**	**0,48**	**0,76b**	**0,43c**	**9,04**
4	50,62	28,13a	7,6	1,80a	0,55a	0,72	0,88b	0,76a	9,05
5	49,46	30,09a	7,5	1,65ab	0,61a	0,72	1,28a	0,72ab	9,50
Esx	3,502ns	1,457*	0,094ns	0,120*	0,032*	0,093ns	0,084*	0,045*	0,787ns

a,b,c... Medias con letras iguales no difieren a $p < 0,05$ según la prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tabla 8. Composición de los compost a partir de residuos de cascarilla de arroz

Trat	Hum (%)	M.O (%)	CE (dS/m)	pH (H_2O)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N
1	48,38 a	**34,84 b**	**0,57**	**7,2 a**	**1,73**	**0,72 b**	**0,33**	**1,36**	**0,50**	**11,76 a**
2	45,98 ab	38,56 a	0,58	6,7 b	1,62	0,76 ab	0,26	1,40	0,53	13,82 b
3	42,23 c	38,07 a	0,81	6,8 b	1,63	0,82 a	0,28	1,32	0,51	13,62 b
4	45,18 b	38,28 a	0,77	6,9 b	1,81	0,82 a	0,27	1,34	0,47	12,30 ab
ES	0,669 *	0,583 *	0,069 ns	0,078 *	1,710 ns	1,267 *	0,021 ns	0,021 ns	0,018 ns	0,516 *

a,b,c... Medias con letras iguales no difieren a $p < 0,05$ según la prueba de Rango Múltiple de Duncan

Tabla 9. Composición de los compost obtenidos a partir de residuos de cosechas de plátano

Trat	Hum (%)	M.O (%)	CE (dS/m)	pH (H_2O)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C/N
1	46,08	28,31	0,89	6,07	1,15 b	0,59 ab	0,43	1,41	0,58	14,28
2	45,97	33,22	0,73	6,07	**1,36 a**	**0,48 b**	0,43	1,34	0,57	14,15
3	45,83	29,77	0,88	5,93	1,31 a	0,46 b	0,43	1,36	0,67	13,23
4	47,92	32,55	1,36	6,00	1,31 a	0,73 a	0,33	1,53	0,71	14,46
ES	1,045 ns	1,510 ns	0,215 ns	0,058 ns	0,024 *	0,061 *	0,055 ns	0,126 ns	0,059 ns	0,549 ns

a,b,c... Medias con letras iguales no difieren a $p < 0,05$ según la prueba de Rango Múltiple de Duncan

CONCLUSIONES

1. La cepa de hongo *Arthrobotys nuciformis* mostró mejor comportamiento que la *Pycnosporus* sp. en cuanto a su función descomponedora de la materia orgánica.

2. Las compostas obtenidas con los diferentes materiales orgánicos empleados presentaron buena calidad, con contenidos adecuados de nutrientes y buena relación carbono nitrógeno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andfiass, A.C.: ¿Cómo elaborar una composta? Fertilización alternativa, México, pp. 1-10, 1998.

2. Castañeda, R. F.: Incremento de la colección de cultivos puros de hongos con importancia económica, científica y ambiental. Informe Final, INIFAT. 2001.

3. CBS: Lista de cultivos. Referencia anónima. 687 pp., 2001.

4. FAO: *Manejo del suelo. Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales*, Roma, 312 pp., 1991.

5. Instituto de Suelos: Manual de técnicas de análisis químico para el humus de lombriz, 38 pp., 2004.

6. Jeavons, J.: *Cultivo biointensivo de alimentos*, Ed. Ecology Action, EE.UU., pp. 38-52, 1991.

7. Mayea, S. S.: "Efectividad de la inoculación artificial y con estiércol vacuno en la elaboración del compost. (biotierra)". *Centro Agrícola*, UCLV, pp. 28-33, 1995.

8. MINAG CNSF: Metodología para la realización de control de la calidad a muestras de abonos orgánicos, 5 pp., 1987.

9. MINAG CNSF: Metodología de análisis a muestras de zeolita, 5 pp., 1992.

10. MINAG: *Tejido vegetal. Análisis Foliar. Métodos de ensayo,* NRAG, 564 pp., 2003.

11. Nodals, R. A. *et al*.: *Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y organoponía Semiprotegido*, Sexta Edición, ISBN 959-246-030-2, 2007.

Recibido: *21/09/2009*
Aceptado: *15/12/2009*